

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA, PRESSÃO, PRODUÇÃO E GRANULOMETRIA NO PROCESSO DE SECAGEM DAS PELOTAS CRUAS ¹

Alexandre Portilho Matos ²

Maurício Cota Fonseca ³

Alaécio Meschiatti ⁴

Resumo

Neste trabalho, investigou-se a capacidade de um modelo estatístico em evidenciar interações entre as variáveis e ajudar na compreensão do processo de secagem de pelotas de minério de ferro. As variáveis estudadas foram pressão, temperatura, produção e granulometria da pelota crua. Um projeto de experimento foi desenvolvido para determinar as interações entre as variáveis estudadas para a otimização do processo de secagem. O experimento foi dividido em duas etapas: secagem ascendente e secagem descendente. A secagem ascendente foi dividida em dois blocos, com a granulometria das pelotas cruas avaliadas em separado. Depois de realizada e otimizada a etapa da secagem ascendente, o melhor resultado desta etapa serviu de base para a etapa de secagem descendente. A etapa de secagem descendente foi avaliada somente com pelotas de granulometria heterogênea. Foi constatado que alterações nas variáveis, pressão, temperatura, produção e granulometria das pelotas cruas causam um efeito significativo no processo de secagem ascendente e descendente. Por sua vez, algumas variáveis do processo de secagem como permeabilidade do leito e umidade ideal, que não foram consideradas como parâmetros neste estudo, também influenciam os resultados finais do experimento. Verificou-se também, que a variável pressão, exerce uma influência significativa na redução da umidade no processo de secagem ascendente pelotas homogêneas e heterogêneas, em compensação, há um efeito negativo, que é a redução na resistência mecânica das pelotas cruas e secas. Foi ainda constatado que o fator produção exerce uma influência significativa na redução da umidade nas três camadas de pelotas cruas durante a secagem descendente de pelotas heterogêneas.

Palavras-chave: Secagem; Temperatura; Pressão; Umidade.

INFLUENCE OF THE TEMPERATURE, PRESSURE, PRODUCTION AND PELLETS SIZE IN THE PROCESS OF DRYING GREEN PELLETS

Abstract

In this work, the process of drying pellets was investigated using a statistical methodology. The factors studied were pressure, temperature, production and pellet feed size. An experiment project was developed to determine the interactions between the factors and optimize the drying process. The experiment was divided in two stages: up draught drying and down draught drying. The ascending drying had two blocks. In the first pellets as different sizes were used. After up draught drying optimization, the best test condition were chosen and down draught drying was investigated. The stage of down draught drying was evaluated with only pellets of same size. The factors pressure, temperature, production and green pellets size caused a significant effect in both up draught drying and down draught drying processes. Some variables of drying process, as permeability of the streambed and ideal moisture, which had not been considered as parameters in this study, had influenced in the final results of the experiment. Pressure has a significant influence in the moisture decrease in the process of up draught drying with homogeneous and heterogeneous pellets. However, it has a negative effect causing a decrease of green and fired pellets compression strength. Production has a significant influence in moisture decrease in the three layers of green pellets in the process of down draught drying with heterogeneous pellets.

Key words: Drying; Temperature; Pressure; Moisture.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Engenheiro de Minas, Mestrando em Engenharia de Materiais pela REDEMAT, Chefe de Departamento de Pelotização da Samarco Mineração S/A, Unidade de Ponta Ubu, ES.*

³ *Engenheiro Metalúrgico, M.Sc. em Engenharia de Materiais pela REDEMAT, Engenheiro de Processo Sênior do Departamento de Engenharia de Processo da Samarco Mineração S/A, Unidade de Ponta Ubu, ES.*

⁴ *Técnico Metalúrgico, Técnico de Processo do Departamento de Engenharia de Processo da Samarco Mineração S/A, Unidade de Ponta Ubu, ES.*

1 INTRODUÇÃO

O processo de formação das pelotas cruas inicia-se na preparação e produção da sua matéria prima principal, o *pellet feed*. Na usina de concentração da Samarco são produzidos dois tipos de concentrados de minério de ferro, *CNS* (sílica normal) e *CLS* (baixa sílica).^[1] O concentrado é transportado até a usina de pelotização através de mineroduto e tratado por diversos processos de separação sólido-líquido. Este material é armazenado em tanques homogeneizadores e bombeado para a área de filtragem, onde se separa o líquido do sólido através de filtros a vácuo, obtendo-se o *pellet feed* com umidade adequada ao processo de pelotamento. A umidade ideal do *pellet feed* é uma das variáveis mais importantes para a aglomeração das partículas.

A implementação de uma nova etapa no processo produtivo em maio de 2003, o *roller press*, anterior ao processo de aglomeração, alterou as características do *pellet feed* modificando assim o valor de umidade ótima para aglomerar.

Outra característica importante alterada foi o aumento da densidade relativa (*bulk density*) das pelotas cruas, ocasionando um aumento de produtividade. Este aumento de produtividade afetou diretamente algumas variáveis do processo de sinterização e principalmente aquela que se refere ao processo de secagem, em especial:

i - tempo de residência das pelotas cruas nas etapas de secagem ascendente e descendente;

ii - temperatura;

iii - pressões nos dutos dos ventiladores responsáveis pelo processo de secagem.

Buscando entender melhor este processo de secagem e gerar um maior conhecimento do fenômeno de secagem em fornos de sinterização de pelotas de minério de ferro, o presente estudo propôs avaliar os efeitos da temperatura, pressão, produção (tempo) e granulometria da pelota seca no processo de secagem ascendente e descendente, separadamente, e o impacto desta otimização no processo produtivo da Samarco Mineração S/A. Devido às pressões e temperaturas das duas etapas de secagem serem diferentes, optou-se por otimizar a etapa da secagem ascendente e utilizar o melhor resultado para otimizar o processo de secagem descendente.

Um projeto de experimento foi desenvolvido para determinar as interações entre as variáveis estudadas para a otimização do processo de secagem.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os Materiais e Métodos que foram utilizados para condução dos experimentos realizados para investigar a influência da temperatura, pressão, tempo (ritmo de produção) e a distribuição granulométrica no processo de secagem no forno II da Samarco Mineração S/A.

2.1 Planejamento do Experimento

O experimento foi dividido em duas etapas: secagem ascendente e secagem descendente.

A secagem ascendente foi dividida em dois blocos, no qual a granulometria das pelotas cruas foram avaliadas em separado. Depois de realizado e otimizado a etapa da secagem ascendente, o melhor resultado desta etapa serviu de base para a

etapa de secagem descendente. A etapa de secagem descendente foi avaliada somente com pelotas de granulometria heterogênea.

As Tabelas 1 e 2 mostram as faixas granulométricas utilizada para granulometria homogênea e heterogênea.

Tabela 1 – Distribuição Granulométrica de uma Pelota Homogênea

GRANULOMETRIA HOMOGÊNEA	
	%
-16.0 +12,5 mm	50,0
-12.0 +10.0 mm	50,0

Tabela 2 – Distribuição Granulométrica de uma Pelota Heterogênea

GRANULOMETRIA HETEROGÊNEA	
	%
+ 19.0 mm	0,5
- 19.0 +16.0 mm	4,5
- 16.0 +14.0 mm	15,0
- 14.0 +12.5 mm	25,0
- 12.5 + 9.0 mm	45,0
- 9.0 + 8.0 mm	5,0
- 8.0 + 6.3 mm	2,0
- 6.3 mm	3,0
TOTAL	100,0

O experimento da secagem ascendente e secagem descendente empregado foram do tipo *composto central de face centrada* com três variáveis em dois níveis mais um ponto central com uma réplica. A etapa de secagem ascendente totalizou sessenta e quatro experimentos, sendo trinta e dois experimentos para cada tipo de granulometria (Dois blocos - Homogênea e Heterogênea), enquanto a etapa de secagem descendente totalizou trinta e dois experimentos (Um bloco - Heterogênea).

Utilizou-se o software Statgraphics para desenvolvimento do planejamento e das análises.

Determinaram-se combinações dos fatores temperatura, pressão, produção (tempo) e granulometria da pelota crua (secagem ascendente) nas variáveis respostas estudadas, que foram:

- Resistência à Compressão das Pelotas após o teste de Secagem Ascendente e Descendente (CPCU)
- Resistência à compressão das Pelotas após o teste de Secagem Ascendente e Descendente e depois de levadas a estufa (CPCS);
- Umidade das pelotas cruas após o teste de Secagem Ascendente e Descendente.

2.2 Caracterização das Matérias-Primas e do Pellet Feed

As amostras de pellet feed utilizadas nos experimentos foram coletadas na planta industrial da Samarco, em Ubú (ES), após a etapa de filtragem e roller press. Optou-se por um pellet feed com baixo nível de hematita especular. Foram homogeneizadas e separadas em lotes de 250 kg. Cada lote foi preparado para a etapa de pelotamento no disco piloto.

Os insumos utilizados na composição das misturas (calcário, carvão e aglomerantes).^[2]

2.3 Preparação da Mistura e Produção das Pelotas Cruas em Disco Piloto

As misturas de pellet feed com os aditivos foram preparadas em um misturador piloto. Para cada amostra gerada de pellet feed, produziu-se, em um disco de pelotamento piloto, as pelotas cruas ou verdes. A umidade da mistura foi mantida fixa em 9,50%, por ser uma variável extremamente importante no processo de formação das pelotas cruas e para evitar diferenças significativas entre as misturas pelotizadas.

A quantidade de pelotas cruas preparadas para a secagem ascendente (Homogênea e Heterogênea) e descendente (Heterogênea) foi de 40 kg para cada teste e seguindo a distribuição em faixas de tamanho conforme Tabela 3:

Tabela 3 – Distribuição do peso por faixa granulométrica.

GRANULOMETRIA HOMOGÊNEA		
	%	kg
-16.0 +12,5 mm	50,0	20,000
-12.0 +10.0 mm	50,0	20,000

GRANULOMETRIA HETEROGÊNEA		
	%	kg
+ 19.0 mm	0,5	0,20
- 19.0 +16.0 mm	4,5	1,80
- 16.0 +14.0 mm	15,0	6,00
- 14.0 +12.5 mm	25,0	10,00
- 12.5 + 9.0 mm	45,0	18,00
- 9.0 + 8.0 mm	5,0	2,00
- 8.0 + 6.3 mm	2,0	0,80
- 6.3 mm	3,0	1,20
TOTAL	100,0	40,00

2.4 Secagem das pelotas no Forno de Pot Grate

O *pot grate* é um equipamento piloto, planejado para simular o processo de secagem e endurecimento das pelotas cruas em escala de laboratório. A Figura 1 ilustra o equipamento com seus principais componentes.

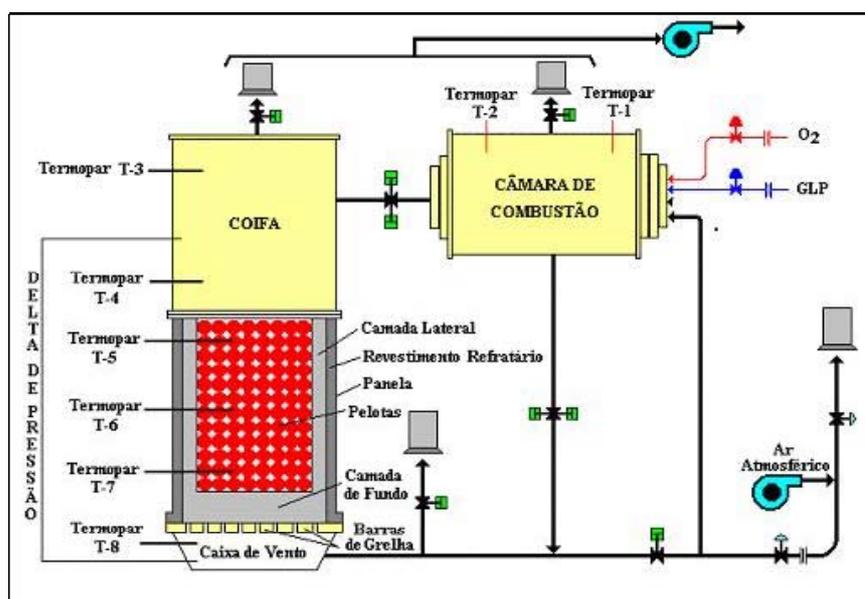


Figura 1 – Visão esquemática do *pot grate*. [3]

A Figura 2 mostra um desenho esquemático das dimensões da panela do pot grate com as divisões das camadas de pelotas.

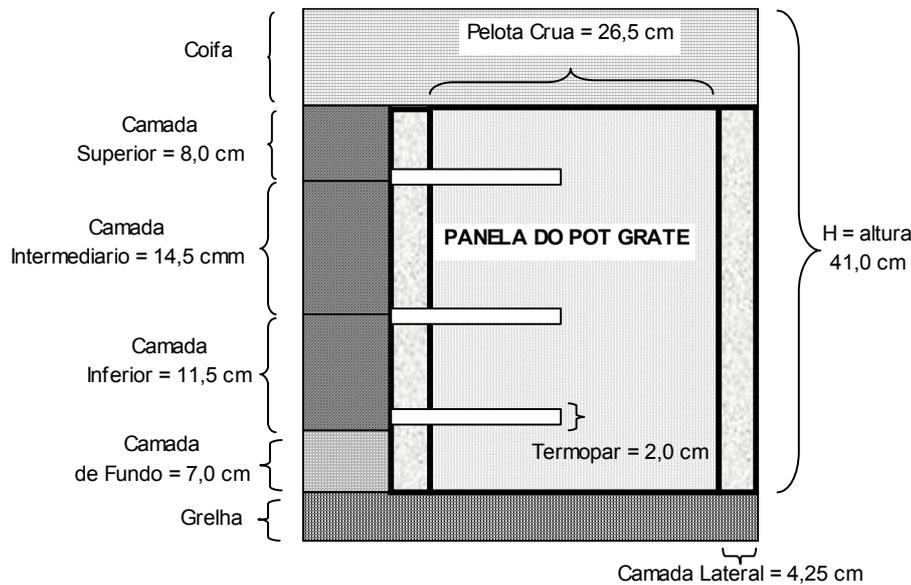


Figura 2 – Estrutura e dimensões das camadas para secagem na panela do pot grate.^[4]

2.5 Testes Realizados nas amostras das três camadas

As amostras coletadas nas três camadas, superior, intermediária e inferior foram separadas em bandejas e levadas para análise. Todas as camadas foram testadas quanto a Umidade, Compressão das Pelotas após Secagem Ascendente e Compressão das Pelotas após Secagem Descendente.

2.5.1 Ensaio de umidade de pelotas

Para o teste de umidade 300 gramas de pelotas inteiras provenientes das bandejas foram colocadas em estufa elétrica a 100°C por 2 horas. Após este procedimento, por diferença de peso obteve-se, em porcentagem, o valor da umidade. O cálculo do percentual de umidade foi realizado através da expressão mostrada na equação 1.

$$\text{Umidade} = [(P_u - P_s) \times 100] / P_u \quad (1)$$

Onde:

P_u = Massa das pelotas úmidas

P_s = Massa das pelotas secas

2.5.2 Ensaio de Resistência à Compressão das Pelotas Úmidas (CPCU) e Secas (CPCS)

Para a determinação da resistência à compressão das pelotas cruas utilizou-se uma prensa manual. As pelotas são individualmente submetidas à ação de uma força compressiva uniaxial, como mostrado na Figura 3. Este ensaio consiste em colocar uma pelota entre duas placas paralelas e comprimi-las até que ocorra a ruptura da mesma.

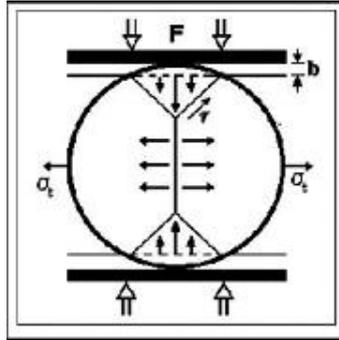


Figura 3 – Conceito do fator de força (F) compressiva uniaxial para esferas.^[5]

No final de cada teste de secagem ascendente e descendente, 20 pelotas entre (-16 + 12) mm sem trincas foram separadas, por camada. Metade destas pelotas, ainda úmidas, eram levadas imediatamente para a máquina de compressão manual. Este teste em pelotas úmidas é denominado de *resistência à compressão das pelotas cruas úmidas* (CPCU). A outra metade, após passar por uma etapa de secagem em uma estufa a 100°C, durante duas horas, eram ensaiadas em máquina de compressão manual. Em pelotas secas, é denominado de resistência à compressão das pelotas cruas secas (CPCS).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos no experimento da secagem ascendente e descendente foram tratados estatisticamente, utilizando o software Statgraphics, conforme proposto no item 2.1. Iremos abordar inicialmente os resultados do experimento da secagem ascendente e posteriormente os resultados da secagem descendente.

3.1 Resumo dos Resultados do Experimento da Secagem Ascendente Pelotas Homogêneas

Para facilitar a interpretação dos resultados obtidos nos experimentos utilizou-se a Tabela 4, onde:

- Os números 1, 2 e 3 significam qual fator influenciou mais fortemente a variável resposta em ordem crescente;
- O (*) se ele é significativo ou não;
- As setas se o fator tem influência positiva (↑) ou negativa (↓) na variável resposta.

Tabela 4 – Influência dos fatores sobre as variáveis respostas secagem ascendente para pelotas homogêneas.

Pelotas Homogêneas		Umidade (%)					
		Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior	
	Produção (tons/ano)	↓	2*	↓	2*	↓	3*
	Temperatura (°C)	↑	3*	↑	3	↑	2*
	Pressão (mmca)	↑	1*	↑	1*	↑	1*
		CPCS (g/pelota)					
		Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior	
	Produção (tons/ano)	↑	3	↑	3*	↑	3
	Temperatura (°C)	↓	1	↓	2*	↓	1*
	Pressão (mmca)	↓	2	↓	1*	↓	2*
	CPCU (g/pelota)						
	Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior		
Produção (tons/ano)	↓	1*	↑	2	↑	3	
Temperatura (°C)	↑	3	↓	3	↓	1*	
Pressão (mmca)	↑	2	↑	1*	↓	2*	

Observa-se que o fator pressão tem influência significativa na redução da umidade das camadas superior, intermediária e inferior. O aumento da pressão (fluxo) ascendente transfere a umidade das pelotas da camada inferior para as pelotas das camadas intermediárias e superiores. Observa-se também, que o aumento da temperatura favorece a redução da umidade nas camadas superior, intermediária e inferior sendo que este efeito é maior e mais significativo na camada inferior. Como o fluxo é ascendente o impacto da temperatura e pressão na camada inferior é mais rápido.

Esta mesma condição foi observada por Cota [6] e Meyer [7], quanto maior a temperatura do ar ascendente, maior será a quantidade de água removida das pelotas das camadas inferiores e intermediárias. Esta quantidade de água irá depositar-se na camada de topo e não será totalmente removida pelo ar ascendente. Esta condição irá, em alguns casos, prejudicar a permeabilidade do leito de pelota, e na maioria das vezes, o tempo de secagem descendente tem que ser prolongado. Já a redução da produção, aumentando o tempo de secagem ascendente, reduziu a umidade nas três camadas.

Muitas vezes, nos processos industriais, a combinação dos três fatores é bastante utilizada para reduzir a umidade nas camadas. Isto depende diretamente da potência dos ventiladores, no tamanho das zonas de secagem ascendente e principalmente da produção e da qualidade física exigida. Esta qualidade física está relacionada com a resistência a compressão das pelotas cruas e secas (CPCS) e com a resistência a compressão das pelotas cruas e úmidas (CPCU).

O aumento da pressão e da temperatura reduziu a resistência à compressão das pelotas cruas e secas das camadas superior, intermediária e inferior, sendo que foi mais significativo nas camadas intermediária e inferior. Como o impacto do fluxo ascendente é maior nas camadas inferior e intermediária, a velocidade de secagem das pelotas nestas camadas é maior.

O fluxo de gás de secagem ascendente necessita ter a pressão e temperatura adequada para que o movimento da água e vapor através dos capilares não afete mecanicamente a pelota conformada. Se a formação do vapor de água for muito rápida, rachaduras/trincas ou mesmo crepitação podem ocorrer (temperatura de choque).

Para a resistência a compressão das pelotas cruas e úmidas, observou-se que o aumento da temperatura e da pressão aumentou a CPCU da camada superior, ou seja, efeito contrário ao observado na CPCS da camada superior. Já o aumento da produção, reduziu a CPCU da camada superior. Este fato pode estar relacionado com a umidade ideal das pelotas cruas. Segundo Meyer ^[7], a umidade ideal depende da granulometria e da tipologia do minério. Para o caso de minérios hematíticos, esta umidade ideal ficou em torno de 8,5% a 9,5%.

O aumento da pressão e temperatura em um fluxo ascendente transfere uma porcentagem da umidade da camada inferior para as camadas intermediária e superior. Analisando os resultados de umidade da camada superior, percebe-se que os valores ficaram bem próximos da umidade ideal, ocasionando um aumento da CPCU.

Para a resistência das pelotas cruas e úmidas da camada intermediária o resultado não foi evidenciado. Observou-se pelotas com diferentes valores de umidade e não foi possível identificar um efeito significativo dos fatores pressão, temperatura e produção.

Para a resistência das pelotas cruas e úmidas da camada inferior, o resultado ficou igual à resistência das pelotas cruas e secas. Como os valores de umidade nestas camadas ficaram bem baixos devido à eficiência de secagem, o efeito da umidade ideal não foi percebido. É fácil compreender que pelotas das camadas intermediárias e, principalmente das inferiores, sofrem uma influência maior de secagem, obtendo valores baixos de umidade. Quando comparamos a resistência à compressão das pelotas cruas e secas com a resistência a compressão das pelotas cruas e úmidas das camadas inferiores e intermediárias os fatores pressão, temperatura e a produção têm influências iguais, ou seja, influência negativa na resistência física.

3.2 Resumo dos Resultados do Experimento da Secagem Ascendente Pelotas Heterogêneas

Para facilitar a interpretação dos resultados obtidos nos experimentos utilizou-se a Tabela 5.

Tabela 5 – Influência dos fatores sobre as variáveis respostas secagem ascendente para pelotas heterogêneas.

Pelotas Heterogêneas	Umidade (%)						
		Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior	
	Produção (tons/ano)	↓	3	↓	2*	↓	3
	Temperatura (°C)	↑	2	↑	3*	↑	2
	Pressão (mmca)	↑	1*	↑	1*	↑	1*
		CPCS (g/pelota)					
		Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior	
	Produção (tons/ano)	↑	3	↑	3	↑	3*
	Temperatura (°C)	↓	1*	↓	2*	↓	1*
	Pressão (mmca)	↓	2	↓	1*	↓	2*
	CPCU (g/pelota)						
	Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior		
Produção (tons/ano)	↓	3	↑	3	↑	3	
Temperatura (°C)	↑	1*	↑	2*	↓	1*	
Pressão (mmca)	↓	2	↑	1*	↓	2	

Os resultados encontrados no experimento da secagem ascendente de pelotas heterogêneas seguiram a mesma tendência dos resultados do experimento para pelotas homogêneas como pode ser observado na tabela 5, com exceção do CPCU.

Para as pelotas heterogêneas a média de umidade da camada superior ficou em 8,93%, da camada intermediária em 5,46% e da camada inferior em 0,42%, sendo que para pelotas homogêneas estes valores ficaram em 8,07%, 3,85% e 0,23% respectivamente. Isto pode estar relacionado à permeabilidade do leito de pelota. Testes posteriores indicaram que pelotas em faixas granulométricas mais estreitas possibilitam uma maior permeabilidade do leito.

3.3 Resumo dos Resultados do Experimento Secagem Descendente Pelotas Heterogêneas

Para facilitar a interpretação dos resultados obtidos nos experimentos utilizou-se a Tabela 6.

Tabela 6 – Influência dos fatores sobre as variáveis respostas secagem descendente para pelotas heterogêneas.

Pelotas Heterogêneas		Umidade (%)					
		Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior	
	Produção (tons/ano)	↓	2*	↓	1*	↓	1
	Temperatura (°C)	↑	3	↑	3	↑	3
Pressão (mmca)	↑	1*	↑	2	↑	2	
		CPCS (g/pelota)					
		Camada Superior		Camada Intermediária		Camada Inferior	
	Produção (tons/ano)	↑	3	↑	1*	↑	3
	Temperatura (°C)	↓	1*	↓	3	↑	1
Pressão (mmca)	↓	2*	↓	2	↑	2	

Observa-se que os fatores pressão e produção têm influência significativa na redução da umidade da camada superior. O fator produção favoreceu a redução da umidade nas camadas intermediária e inferior, sendo que este efeito é maior e mais significativo na camada intermediária. O fator temperatura não foi evidenciado na redução da umidade na secagem descendente.

O aumento da temperatura e pressão reduziu a resistência das pelotas cruas e secas da camada superior. Como o fluxo de gás é descendente, o impacto da pressão e temperatura na camada superior é maior. Na camada intermediária somente o fator produção foi evidenciado.

Para a resistência das pelotas cruas e úmidas o resultado não foi evidenciado. Por existir pelotas com valores de umidade bem próximos de zero, não foi possível identificar um efeito significativo dos fatores pressão, temperatura e produção.

4 CONCLUSÕES

Em relação aos resultados obtidos pela utilização do software Statgraphics, podemos destacar alguns pontos relacionados:

Os modelos gerados podem ser utilizados somente para ajudar a investigar como o processo de secagem ocorre dentro dos parâmetros pré-fixados e estabelecidos nos testes. Não existe entendimento completo do processo de secagem em fornos de pelletização com o qual os modelos poderão ser comparados.

Alterações no processo de secagem nos fornos de pelletização necessitam de investimentos elevados e de interrupções prolongadas de produção. Para verificar

possíveis melhorias deste processo, manipulando algumas das variáveis significativas, seria menos dispendioso utilizar modelos simulados no Statigraphics.

Diversos parâmetros influenciam o processo de secagem em fornos de pelotização, e uma validação completa dos modelos gerados pode ser impossível de se alcançar. Os modelos foram gerados dentro de parâmetros conhecidos. A utilização destes modelos em outros processos produtivos, onde existe interferência de outras variáveis que poderão interferir nos resultados finais, não é recomendada.

Em relação aos resultados obtidos nos experimentos, podemos destacar:

Os resultados encontrados após o processo de secagem ascendente e descendente estão em acordo com as teorias de secagem de pelotas, ou seja, foi observada uma influência dos fatores pressão, temperatura, produção e granulometria da pelota crua nas variáveis respostas estudadas (umidade, resistência a compressão das pelotas cruas e secas (CPCS) e a resistência a compressão das pelotas cruas e úmidas (CPCU).)

Mesmo minimizando os ruídos operacionais do pot grate, alguns resultados obtidos no experimento foram afetados conforme observado nos modelos gerados pelo Statigraphics.

Algumas variáveis do processo de secagem, como permeabilidade do leito e umidade ideal, que não foram consideradas como parâmetros neste estudo efetivamente influenciam os resultados finais do experimento.

Os resultados obtidos permitem concluir que a utilização de minérios com baixos valores de hematita especular necessitam de pressões e temperaturas baixas e produções reduzidas para que sejam alcançados níveis de umidade e qualidade físicas satisfatórias no processo final de secagem. Em compensação, não foram observadas trincas e deformações significativas nas pelotas nos três níveis de pressão, temperatura e produção utilizados no experimento.

Os resultados obtidos no processo de secagem ascendente de pelotas homogêneas e heterogêneas permitem concluir que o fator pressão exerce uma influência significativa na redução da umidade nas três camadas de pelotas cruas. Em compensação, há um efeito negativo de menor gravidade, que é a perda de qualidade física, reduzindo a resistência das pelotas cruas e secas.

Foi observada uma baixa eficiência de secagem das pelotas da camada superior principalmente para altas produções. Este resultado afetou a secagem descendente bem como o resultado final do processo de secagem.

Os resultados obtidos no processo de secagem descendente permitem concluir que o fator *produção*, exerce se comparado com os fatores, temperatura e pressão, uma influência maior na redução da umidade nas três camadas de pelotas cruas.

Não foi evidenciado o efeito da temperatura no processo de secagem descendente.

Devido às dificuldades de repetibilidade do método de coleta das amostras das três camadas alguns resultados foram afetados, principalmente os resultados da resistência à compressão das pelotas cruas e úmidas.

REFERÊNCIAS

- 1 TORIBIO, N. M. - Estudo das características intrínsecas dos concentrados do minério de ferro do Complexo Alegria – 101 páginas. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, REDEMAT - Ouro Preto, 2001.
- 2 ARAGÃO, R.V., PEREIRA, H.C., ARAUJO, D.R. GOUVEIA, J.F., RANGEL, E.P., FONSECA, M.C., COSTA R.V.P. Desenvolvimento de aglomerantes orgânicos na Samarco Mineração S/A.In: XXXI SEMINÁRIO DE REDUÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO, XV SEMINÁRIO DE CONTROLE QUÍMICO EM METALURGIA E XI SEMINÁRIO DE CARBOQUÍMICOS - Santos - SP, 2000. pp. 147-157.
- 3 FONSECA, V. O – Envelhecimento de pelotas de minério de ferro com diferentes basicidades e teores de MgO - 253 páginas. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, REDEMAT – Ouro Preto, 2003.
- 4 MESCHIATTI, A. – Relatório Interno da Samarco Mineração S/A, Anchieta, ES, 2005.
- 5 WYNNYCKYJ, J.R., FAHIDY, T., Z., Solid state sintering in the induration of iron ore. Metallurgical Transactions, Volume 5, 1974. p. 991 - 999.
- 6 FONSECA, M.C – Influência da Distribuição Granulométrica do Pellet Feed no Processo de Aglomeração e na Qualidade da Pelota de Minério de Ferro para Redução Direta - 126 páginas. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, REDEMAT – Ouro Preto, 2004.
- 7 MEYER, K. - Pelletizing of Iron Ores - Springer - Verlag Berlin, Heidelberg, and Verlag Stahleissen mbH, Düsseldorf, Germany, 21-205, 1980.